



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 44 27 246 A 1

(51) Int. Cl. 6:

**B 60 T 8/60**

B 60 T 8/32

B 60 T 8/62

B 60 T 7/12

DE 44 27 246 A 1

(21) Aktenzeichen: P 44 27 246.4

(22) Anmeldetag: 3. 8. 94

(43) Offenlegungstag: 15. 2. 96

(71) Anmelder:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

(72) Erfinder:

Kupfer, Walter, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE;  
Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Bremsdruck-Steuerungseinrichtung

(57) Bei einer Bremsdruck-Steuerungseinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Zweikreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen und einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem ist eine Einrichtung vorgesehen, die, selbsttätig gesteuert durch eine elektronische Steuereinheit eine automatische Vollbremsung auslöst, wenn die Geschwindigkeit  $\dot{\varphi}$  mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen Schwellenwert  $\dot{\varphi}_s$  überschreitet. Für jeden der Bremskreise ist ein Umschaltventil vorgesehen, das aus einer die Hauptbremsleitung des jeweiligen Bremskreises mit dem diesem zugeordneten Druckausgang des Hauptzylinders verbindenden Grundstellung in eine diesen Druckausgang gegen die jeweilige Hauptbremsleitung absperrende Funktionsstellung umschaltbar ist, sowie ein Zufluß-Steuerventil, das aus einer den jeweiligen Druckausgang des Hauptzylinders gegen den (Niederdruck-)Eingang der Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreises absperrenden Grundstellung in eine diesen mit dem zugeordneten Druckausgang des Hauptzylinders verbindende Funktionsstellung umschaltbar ist. Die elektronische Steuereinheit erzeugt die für den Vollbrems-Betrieb erforderlichen Ansteuersignale für die Umschaltventile, die Zufluß-Steuerventile und die Rückförderpumpen, die als Bremsdruckquellen ausgenutzt werden.

DE 44 27 246 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder angebrachten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12.95 508 067/49

13/30

## Beschreibung

Bremsdruck-Steuerungseinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gattungsbestimmenden Merkmalen.

Eine derartige Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ist durch die DE-42 08 496 C1 bekannt.

Die bekannte Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ist für ein Fahrzeug gedacht, das statische Bremskreise hat, denen je ein Ausgang eines als Bremsgerät vorgesehenen Tandem-Hauptzylinders zugeordnet ist, der mittels eines Bremspedals über einen pneumatischen Bremskraftverstärker betätigbar ist, der eine durch einen Kolben beweglich gegen eine permanent auf niedrigem Druck gehaltene Niederdruckkammer abgegrenzte Antriebskammer hat, durch deren – pedalgesteuerte – Beaufschlagung mit einem mit der Pedalkraft monoton korrelierten Druck die Kraftverstärkung steuerbar ist, mit der eine Zielbremsung erfolgt, und durch deren, durch Umschaltung eines als Magnetventil ausgebildeten Aussteuerventils erfolgende Beaufschlagung mit dem Atmosphärendruck oder einem höheren Druck eine hohe, für eine Vollbremsung ausreichende, auf den Hauptzylinder wirkende Betätigungsdruck entfaltbar ist; eine diesbezügliche Umschaltung dieses Magnetventils ist durch ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit auslösbar, das diese erzeugt, wenn die Geschwindigkeit  $\varphi$ , mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\varphi_s$  überschreitet; das Fahrzeug ist auch mit einem auf dynamisch stabiles Verhalten des Fahrzeuges bei einer Bremsung ausgelegten, an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet, das den einzelnen Radbremsen zugeordnete, durch Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbare Ein- und Auslaßventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete, elektrisch ansteuerbare, auf hohes Ausgangsdruckniveau ausgelegte Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer in einer Druckabbauphase der Antiblockierregelung in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in dessen von einem der Druckausgänge des Bremsgeräts ausgehende Hauptbremsleitung zurückförderbar ist.

Zweck der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung gemäß der DE-42 08 496 C1 ist es, den aus der Art der Betätigung des Bremspedals erkennbaren Fahrerwunsch nach einer hohen Fahrzeugverzögerung durch selbsttätig zu unterstützen, daß, noch während das Bremspedal den üblicherweise vorhandenen Leerweg ausführt, ein relativ hoher Bremsdruck in die Radbremsen einkoppelbar ist, um die Bremsanlage möglichst frühzeitig zu aktivieren. Dieses rasche Ansprechen der Bremsanlage wird, einhergehend mit einer entsprechend hohen Steigerung der Fahrzeugverzögerung, auch erreicht, wobei allerdings schon nach kurzer Zeit der Aussteuerpunkt des pneumatischen Bremskraftverstärkers erreicht ist.

Erfahrungsgemäß steigert ein Fahrer bei einer Notbremsung die Betätigungsdruck nicht genügend, um die maximal mögliche Bremskraft auszuschöpfen, mit der Folge, daß auf einen nicht unerheblichen Anteil im Hauptzylinder in Bremsdruck umsetzbarer Betätigungsdruck, nämlich den Beitrag, den der Fahrer noch ausüben könnte, gleichsam verzichtet wird, und mit der weiteren Folge, daß insbesondere bei Bremsungen, die

auf trockener, griffiger Straße erfolgen, die höchstmögliche Fahrzeugverzögerung, die sich ergäbe, wenn die Bremskraft bis zum Ansprechen des Antiblockiersystems des Fahrzeugs gesteigert werden würde, nicht genutzt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuerungseinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß auch bei einer selbsttätig gesteuerten Vollbremsung höchstmögliche Werte der Fahrzeugverzögerung zuverlässig erreichbar sind.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Hierach ist für jeden der Bremskreise ein elektrisch ansteuerbares Umschaltventil vorgesehen, das aus einer dem Zielbremsbetrieb zugeordneten, die Hauptbremsleitung des jeweiligen Bremskreises mit dem diesem zugeordneten Druckausgang des Hauptzylinders der Bremsanlage verbindende Grundstellung in eine an diesen Druckausgang gegen die Hauptbremsleitung absperrende Funktionsstellung umschaltbar ist sowie ein elektrisch ansteuerbares Zufluß-Steuerventil, das aus einer ebenfalls dem Zielbremsbetrieb zugeordneten, den jeweiligen Druckausgang des Hauptzylinders gegen den "Niederdruck-Eingang" der Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreises absperrenden Grundstellung in eine diesen mit dem zugeordneten Druckausgang des Hauptzylinders verbindende Funktionsstellung umschaltbar ist, wodurch der durch die Betätigung des Hauptzylinders an dessen Ausgängen bereitgestellte Ausgangsdruck gleichsam als Vorladendruck den Rückförderpumpen des Antiblockiersystems zugeleitet wird, die im automatischen Vollbremsbetrieb als Bremsdruck-Quellen ausgenutzt sind, die ein sehr hohes Bremsdruck-Niveau bereitstellen können, so daß in einem durch die elektronische Steuereinheit ebenfalls gesteuerten, automatischen Vollbremsungs-Betrieb die für ein ansprechen des Antiblockiersystems erforderlichen Bremsdrücke bzw. -kräfte in den Radbremsen entfaltet werden können und damit die Ausnutzung einer höchstmöglichen Fahrzeugverzögerung erreichbar ist, auch wenn der Fahrer das Bremspedal mit vergleichsweise geringer Kraft betätigt.

Da ein Aussteuerventil für die Aussteuerung des Bremskraftverstärkers nicht benötigt wird, wird der durch die Umschaltventile und die Durchfluß-Steuerventile bedingte technische Mehraufwand, der zu den genannten funktionellen Vorteilen der erfahrungsgemäß Ben Bremsdruck-Steuerungseinrichtung führt, zumindest teilweise wieder kompensiert.

Die funktionelle Eigenschaft der erfahrungsgemäß Ben Bremsdruck-Steuerungseinrichtung, daß die Kraft, mit welcher der Fahrer das Bremspedal betätigt, stets ein genaues Maß für den Fahrerwunsch hinsichtlich der erreichbaren Fahrzeugverzögerung ist, ermöglicht es, diesen Fahrerwunsch mit Hilfe eines einfachen Drucksensors, sowohl hinsichtlich der Fortsetzung einer automatischen Vollbremsung als auch hinsichtlich deren Beendigung mit hoher Genauigkeit zu erfassen.

Alternativ hierzu ist die Erfassung dieses Fahrerwunsches auch mit Hilfe einer Kraftsensor-Einrichtung möglich, die mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen oder mit Hilfe von Piezoelektrischen Kraft-Sensor-Elementen realisierbar ist.

Derartige Druck- oder Kraftsensoren, die verfügbarem Stand der Technik entsprechen, können ohne nennenswerte konstruktive Veränderungen am Bremskraftverstärker oder dem Hauptzylinder der Bremsan-

lage in diese eingefügt werden.

Dies gilt auch dann, wenn der Fahrerwunsch nach einer Beendigung einer automatischen Vollbremsung lediglich mit Hilfe eines einfachen Mikroschalters erfaßbar sein soll, der in den Bremskraftverstärker auf einfache Weise integrierbar sein soll.

Wenn, wie gemäß Anspruch 5 vorgesehen, die Rückförderpumpen des Antiblockiersystems des Fahrzeugs als sogenannte selbstsaugende Pumpen ausgebildet sind, kann die Bremsdruck-Steuerungseinrichtung auch die Funktion einer Fahrdynamik-Regelung erfüllen, bei der die Radbremsen des Fahrzeugs einzeln oder in beliebiger Kombination unabhängig von einer Betätigung durch den Fahrer aktivierbar sein müssen.

Weitere Einzelheiten der erfundungsgemäßen Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 eine mit einer erfundungsgemäßen Bremsdrucksteuerungseinrichtung ausgerüstete Zweikreis-Bremsanlage eines Straßenfahrzeugs in schematisch vereinfachter, elektro-hydraulischer Schaltbilddarstellung;

Fig. 2 Einzelheiten eines bei der Bremsanlage gemäß Fig. 1 zur Betätigung des Hauptzylinders derselben vorgesehenen pneumatischen Bremskraftverstärkers mit einer Sensor-Einrichtung zur Erkennung des Fahrerwunsches hinsichtlich einer Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung.

Bei der in der Zeichnung dargestellten, insgesamt mit 10 bezeichneten hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage für ein durch diese repräsentiertes Straßenfahrzeug sind dessen Vorderradbremsen 11 und 12 zu einem Vorderachs-Bremskreis I und dessen Hinterradbremsen 13 und 14 zu einem Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt, die als statische Bremskreise ausgebildet sind, deren Bremsdruck-Versorgung bei einer "normalen" Bremse, d. h. einer mit mäßiger Fahrzeugverzögerung erfolgenden Zielbremsung, bei der die Bremsdruckentlastung ausschließlich vom Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 16 gesteuert wird, durch einen mittels des Bremspedals 16 über einen pneumatischen Bremskraftverstärker 17 betätigbaren Tandem-Hauptzylinder 18 für sich bekannter Bauart und Funktion erfolgt, der einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckausgang 19 und einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckausgang 21 hat, an denen bei einer Betätigung des Hauptzylinders 18 statische Drücke p<sub>VA</sub> und p<sub>HA</sub> im wesentlichen gleichen Betrages bereitgestellt werden.

Das Fahrzeug ist mit einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden, in bekannter Technik realisierten Antiblockiersystem ausgerüstet, das in der Fig. 1 durch seine insgesamt mit 22 bezeichnete Hydraulikeinheit repräsentiert ist.

Diese Hydraulikeinheit 22 umfaßt als elektrisch steuerbare Bremsdruck-Regelventile den Vorderradbremsen 11 und 12 sowie den Hinterradbremsen 13 und 14 je einzeln zugeordnete Einlaßventile 23 und 24 bzw. 26 und 27, über die im normalen Bremsbetrieb der Bremsdruckaufbau erfolgt und in einem Antiblockier-Regelungsbetrieb Bremsdruck-Aufbau und Bremsdruck-Halbphasen steuerbar sind, sowie den einzelnen Radbremsen 11 bis 14 ebenfalls je einzeln zugeordnete Auslaßventile 28 und 29 bzw. 31 und 32, mittels derer z. B. im Antiblockier-Regelungsbetrieb oder bei einer automatisch gesteuerten Bremsung Bremsdruckabbau-Phasen steuerbar sind. Des weiteren umfaßt die Hydraulikein-

heit 22 den beiden Bremskreisen I und II je einzeln zugeordnete Rückförderpumpen 33 und 34 mittels derer Bremsflüssigkeit, die in einer Bremsdruckabbauphase der Antiblockierregelung aus einer oder mehreren der Radbremsen 11 bis 14 über eine Rücklaufleitung 36 bzw. 37 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II in einen Niederdruckspeicher 38 bzw. 39 abgelassen wird, in die Hauptbremsleitung 41 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. die Hauptbremsleitung 42 des Hinterachs-Bremskreises II zurückförderbar ist.

Die (Niederdruck-)Eingänge 43 bzw. 44 der Rückförderpumpen 33 und 34 der beiden Bremskreise I und II sind an die Rücklaufleitung 36 bzw. 37 und den Niederdruckspeicher 38 bzw. 39 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II über je ein Rückschlagventil 46 bzw. 47 angegeschlossen, das durch relativ höheren Druck in der jeweiligen Rücklaufleitung 36 bzw. 37 als am jeweiligen Eingang 43 bzw. 44 der Rückförderpumpe 33 bzw. 34 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst sperrend ist.

Die Hydraulikeinheit 22 hat zwei, je einem der beiden Bremskreise I und II zugeordnete Versorgungsanschlüsse 48 und 49, von denen die — "internen" — Hauptbremsleitungen 41 und 42 ausgehen, von deren Verzweigungsstellen 45 bzw. 50 die über die Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 der Vorderradbremsen 11 und 12 bzw. der Hinterradbremsen 13 und 14 zu den Steuerausgängen 51 und 52 sowie 53 und 54 der Hydraulikeinheit 22, an denen die Radbremsleitungen 56 und 57 bzw. 58 und 59 angeschlossen sind, führenden — "internen" — Bremsleitungszweige 41' und 41'' bzw. 42' und 42'' ausgehen, sowie zwei weitere Versorgungsanschlüsse 61 und 62, die intern je einzeln mit den Niederdruckeingängen 43 bzw. 44 der Rückförderpumpen 33 und 34 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II verbunden sind.

Die Rückförderpumpen 33 und 34 sind als selbstsaugende Pumpen ausgebildet, deren Eingangs-Rückschlagventile 33 und 64 auf Öffnungsdrücke von z. B. 0,1 bar bis 0,2 bar ausgelegt sind.

Die insoweit geschilderte Hydraulikeinheit 22, die, für sich allein gesehen, im Rahmen der Fahrzeug-Bremsanlage 10 zuzüglich ihrer elektronischen Radrehzahlfühler 66 und einer elektronischen Steuereinheit 67 zur Darstellung der Antiblockier-Regelungsfunktion geeignet wäre, ist auch Funktionselement einer insgesamt mit 70 bezeichneten Bremsdruck-Steuerungseinrichtung, mittels derer in Fällen, in denen der Fahrer eine möglichst hohe Fahrzeugverzögerung erreichen möchte, selbsttätig gesteuert eine Vollbremsung durchführbar ist, bei der sämtliche Radbremsen 11 bis 14 — gleichzeitig — auf einem höchstmöglichen, mit dynamischer Stabilität des Fahrzeugs noch verträglichen Bremskraftniveau betrieben werden, mit der andererseits auch eine allgemein auf dynamische Stabilität des Fahrzeugs gerichtete Fahrdynamik-Regelung steuerbar ist, bei der, ohne daß der Fahrer die Bremsanlage 10 betätigt, eine oder mehrere der Radbremsen 11 bis 14 des Fahrzeugs mit Bremsdrücken gleichen oder unterschiedlichen Betrages beaufschlagbar sind, sei es, um im Sinne einer Antriebs-Schlupfregelung das Traktionsverhalten des Fahrzeugs zu optimieren, sei es im Sinne einer "reinen" Fahrdynamik-Regelung, bei der die Aktivierung einzelner Radbremsen, auch solcher nicht angetriebener Fahrzeugräder erfolgt, um ein bestimmtes Lenkungs-Verhalten des Fahrzeugs zu erzielen.

Bei solchen vom Fahrer ausgelösten, im weiteren Verlauf jedoch selbsttätig gesteuerten Vollbremsungen oder ohne Mitwirkung des Fahrers zum Zweck einer

Fahrdynamik-Regelung selbsttätig gesteuerten Brems-Aktivierungen werden die Rückförderpumpen 33 und 34 der ABS-Hydraulikeinheit 22 als Bremsdruckquellen genutzt, die hierzu ausgangsseitig gegen die Druckausgänge 19 und 21 des Hauptzylinders 18 absperrbar und eingangsseitig an diese Druckausgänge 19 und 21 oder den Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 68 der Bremsanlage 10 anschließbar sein müssen.

Zu diesem Zweck ist im Rahmen der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ein insgesamt mit 69 bezeichneter Steuerventilblock vorgesehen, der den hydraulischen Anschluß der Druckausgänge 19 und 21 des Hauptzylinders 18 an die Versorgungsanschlüsse 48 und 49 sowie 61 und 62 der Hydraulikeinheit 22 des Antiblockiersystems vermittelt.

Der Steuerventilblock 69 umfaßt ein erstes, dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnetes Umschaltventil 71, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 19 des Hauptzylinders 18 mit dem Versorgungsanschluß 48 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, von dem deren interne Hauptbremsleitung 41 ausgeht; die bei Erregung des Steuermagneten 72 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 67 eingenommene Schaltstellung I dieses ersten Umschaltventils 71 ist seine Sperrstellung, in der es auch die Funktion eines Druckbegrenzungsventils vermittelt, wie durch das entsprechende Ventilsymbol 73 angedeutet.

Ein zweites, zu dem ersten Umschaltventil 71 analoges Umschaltventil 74 vermittelt in seiner Grundstellung 0 — seiner Durchflußstellung — die Verbindung des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckausganges 21 des Tandem-Hauptzylinders 18 mit dem dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Versorgungsanschluß 49 der Hydraulikeinheit 22, von dem dessen interne Hauptbremsleitung 42 ausgeht.

Des weiteren umfaßt der Steuerventilblock 69 ein erstes, dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnetes Zufluß-Steuerventil 76 und ein zweites, dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnetes Zufluß-Steuerventil 77, die als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet sind, die ebenfalls durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 67 ansteuerbar sind. Diese Zufluß-Steuerventile haben als Grundstellung 0 ihre Sperrstellung und als erregte Stellung I ihre Durchflußstellung, in welcher über das erste Zufluß-Steuerventil 76 der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 19 des Hauptzylinders 18 mit demjenigen weiteren Versorgungsanschluß 61 der ABS-Hydraulikeinheit 20 verbunden ist, der mit dem Niederdruck-Eingang 43 der Rückförderpumpe 33 des Vorderachs-Bremskreises I verbunden ist und über das zweite Zufluß-Steuerventil 77 der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnete Druckausgang 21 des Hauptzylinders 18 mit dem mit dem Niederdruckeingang 44 der Rückförderpumpe 34 des Hinterachs-Bremskreises II verbundenen weiteren Versorgungsanschluß 62 der ABS-Hydraulikeinheit 22 verbunden ist.

Zu den Umschaltventilen 71 und 74 ist je ein Rückschlagventil 78 bzw. 79 parallel geschaltet, das durch relativ höheren Druck am jeweiligen Druckausgang 19 bzw. 21 des Hauptzylinders 18 der Hauptbremsleitung 41 bzw. 42 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst sperrend ist.

Bei der insoweit nach Aufbau und Funktion erläuterten Bremsanlage 10 befinden sich bei einer Zielbremseung die Umschaltventile 71 und 74 sowie die Zufluß-

Steuerventile 76 und 77 in ihren dargestellten Grundstellungen. Die Bremsdruck-Entwicklung wird durch die vom Fahrer auf das Bremspedal 16 ausgeübte Kraft gesteuert und erforderlichenfalls durch ein Ansprechen des Antiblockiersystems moderiert.

Die von der Bremsanlage 10 weiter zu erfüllenden Funktionen einer automatischen Vollbremsung sowie einer Fahrdynamik-Regelung sind mittels der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung 70 im einzelnen wie folgt darstellbar:

#### 1. Automatisch gesteuerte Vollbremsung ("Bremsassistent-Funktion")

Bei einer sehr schnellen Betätigung des Bremspedals 16, die durch eine zeitlich differenzierende Verarbeitung des Ausgangssignals eines elektronischen oder elektromechanischen Pedalstellungsgebers 81 mittels der elektronischen Steuereinheit 67 erfassbar ist und von dieser, wenn die Pedal-Betätigungs geschwindigkeit  $\varphi$  einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\varphi_S$  überschreitet, als Fahrerwunsch dahingehend interpretiert wird, daß eine Vollbremsung erfolgen soll, werden die Umschaltventile 71 und 74 des Steuerventilblocks 69 in ihre Sperrstellung I und die Zufluß-Steuerventile 76 und 77 des Steuerventilblocks 69 in deren Durchfluß-Stellungen I umgeschaltet und gleichzeitig hiermit oder geringfügig verzögert hiergegen die Rückförderpumpen 33 und 34 der ABS-Hydraulikeinheit 22 in deren Förderbetrieb geschaltet. Solange hierbei die an den Druckausgängen 19 und 21 des Tandem-Hauptzylinders 18 bereitgestellten Drücke  $p_{VA}$  größer sind als die durch die Aktivierung der Rückförderpumpen 33 und 34 in den Hauptbremsleitungen 41 und 42 aufbaubaren Drücke, was nur in der Anfangsphase einer Vollbremsung der Fall sein wird, wird Bremsflüssigkeit vom Hauptbremszylinder 18 auch direkt — über die zu den Umschaltventilen 71 und 74 hydraulisch parallel geschalteten Rückschlagventile 78 und 79 in die Hauptbremsleitungen 41 und 42 verdrängt. Sobald jedoch der Druck in den Hauptbremsleitungen 41 und 42 des Vorderachs-Bremskreises I größer ist als der am Druckausgang 19 bzw. 21 des Hauptzylinders 18 anstehende Ausgangsdruck, gehen die Rückschlagventile 78 und 79 in ihre Sperrstellungen über, und der weitere Bremsdruck-Aufbau erfolgt lediglich durch den Förderbetrieb der Rückförderpumpen 33 und 34, wobei in diesem Bremsdruck-Aufbaubetrieb der Hauptzylinder 18 gleichsam als Vorladepumpe für die beiden Rückförderpumpen 33 und 34 arbeitet. Diese Art des Bremsdruck-Aufbaubetriebes wird so lange aufrechterhalten, wie der Fahrer das Bremspedal 16 mit einer Mindestkraft betätigt, was die elektronische Steuereinheit 67 daran erkennt, daß das elektrische Ausgangssignal eines zu Überwachung des an dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckausgang 19 des Tandem-Hauptzylinders 18, seinem Primär-Druckausgang anstehenden Druckes vorgesehenen Drucksensors 82 einem Wert  $p_{VA}$  entspricht, der größer als ein vorgebener Schwellenwert  $p_{VAS}$  ist und dies dahingehend wertet, daß der Fahrer die Erreichung einer größtmöglichen Fahrzeugverzögerung beabsichtigt.

Wird bei der solchermaßen gesteuerten Vollbremsung an einem oder mehreren der Fahrzeugräder die Blockiergrenze erreicht, so daß das Antiblockiersystem anspricht, mit der Folge, daß der Druck in den Hauptbremsleitungen 41 und 42 drastisch ansteigt, wird Bremsflüssigkeit über die in ihrer im automatischen Bremsbetrieb als Druckbegrenzungsventile wirkenden

Umschaltventile 71 und 74 zum Hauptbremszylinder 18 hin zurückverdrängt und dadurch der Druck in den Hauptbremsleitungen 41 und 52 auf den Wert von z. B. 200 bar begrenzt.

Der Wunsch des Fahrers nach Beendigung der selbsttätig gesteuerten Vollbremsung und Übergang in den Zielbremsbetrieb ist mittels der elektronischen Steuereinheit 67 daran erkennbar, daß der mittels des Drucksensors 82 erfaßte Ausgangsdruck  $p_{VA}$  des Hauptbremszylinders 18 den genannten Schwellenwert  $p_{VAS}$  unterschreitet und/oder aus einer zeitlich differenzierenden Verarbeitung des elektrischen Ausgangssignals des Drucksensors 82 daran, daß der durch Pedalbetätigung gesteuerte Ausgangsdruck des Hauptzylinders 18 rasch abnimmt, was die elektronische Steuereinheit 67, noch bevor der Schwellenwert  $p_{VAS}$  hierbei unterschritten wird, schon dahingehend werten kann, daß der Fahrer die Vollbremsung nicht mehr als erforderlich ansieht.

Diese zweitgenannte Möglichkeit der Erkennung des Fahrerwunsches zur Beendigung der Vollbremsung ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn der absolute Betrag des vom Fahrer über die Pedalbetätigung eingesetzten Druckes relativ hoch ist, d. h. einem Wert entspricht, der ohnehin mit einer weitgehenden Aussteuerung des pneumatischen Bremskraftverstärkers 17 verknüpft ist.

Die automatische Vollbremsung wird dadurch beendet und in eine Zielbremsung übergeleitet, daß der Antrieb der Rückförderpumpen 33 und 34 abgeschaltet und die Umschaltventile 71 und 74 sowie die Zufluß-Steuerventile 76 und 77 des Steuerventilblocks 69 in deren Grundstellungen 0 zurückgeschaltet werden.

Ein zur Erkennung des Fahrerwunsches geeigneter Kraftsensor kann auch mit Hilfe einer — nicht dargestellten — Dehnungs-Meßstreifenanordnung realisiert sein, deren Ausgangssignal ein Maß für die — elastische — Verformung ist, die z. B. das Bremspedal 16 bei einer Betätigung erfährt oder ein anderes Element des Kraftübertragungsstranges, über den diese Betätigungs Kraft auf die am Primärkolben 83 (Fig. 2) des Hauptzylinders 18 axial angreifende Druckstange 84 des Bremskraftverstärkers 17 übertragen wird, z. B. der Pedalstöbel 86, über den das Bremspedal 16 axial an einem Reaktionskolben 87 des Steuerteils 88 des Bremskraftverstärkers 17 axial abgestützt ist oder der Reaktionskolben 87 selbst, der gemäß der Darstellung der Fig. 2 zwischen dem Pedalstöbel 86 und einer zur Auslegung des Verstärkungsfaktors des Bremskraftverstärkers 17 vorgesehenen, elastisch nachgiebigen Reaktionsscheibe 89 eingespannt ist.

Bei der in der Fig. 2 dargestellten Variante der Bremsdrucksteuereinrichtung 70 ist zur Erkennung des Fahrerwunsches nach einem Abbruch einer automatisch gesteuerten Vollbremsung ein Mikroschalter 91 vorgesehen, der, je nachdem, ob der Fahrer das Bremspedal mit einer Kraft betätigt, die größer ist als ein Schwellenwert  $K_s$  oder kleiner als derselbe, signifikant verschiedene Ausgangssignale oder Ausgangssignal-Kombinationen abgibt, die der elektronischen Steuereinheit 67 ständig als Informations-Signale zugeleitet sind. Beispielsweise ist das Ausgangssignal dieses Mikroschalters 91 ein Hochpegel-Signal (logische 1), wenn die Kraft größer als der Schwellenwert ist und ein Niedrig-Pegel-Signal (logische 0), wenn die Kraft kleiner ist.

Der Mikroschalter 91 ist als weggesteuertes Schaltelement ausgebildet, das an einem mit dem Reaktionskolben 87 fest verbundenen, radial zur Längsachse 92

des Bremskraftverstärkers 17 verlaufenden Querriegel 93 angeordnet ist und dessen axiale Verrückungen mit ausführt, wobei der Mikroschalter 91 lediglich auf die axiale Bewegung des Reaktionskolbens 87 relativ zu der Druckstange 84 des Bremskraftverstärkers anspricht, deren Hub wegen der durch die Reaktionsscheibe 89 vermittelnden elastischen Abstützung des Reaktionskolbens 87 an der Druckstange 84 ein Maß für die Kraft ist, mit der der Fahrer das Bremspedal 16 betätigt.

## 2. Fahrdynamik-Regelung — selbsttätige Aktivierung mindestens einer Radbremse

Hierzu werden die Umschaltventile 71 und 74 in deren Sperrstellung I und die Zufluß-Steuerventile 76 und 77 in deren Durchflußstellungen I umgeschaltet sowie die Rückförderpumpen 33 und 34 aktiviert. Das Einlaßventil derjenigen Radbremse, die aktiviert werden soll, bleibt in seiner — offenen — Grundstellung 0, während die Einlaßventile der anderen Radbremsen in ihre Sperrstellung I umgeschaltet werden. Durch eine gepulste Ansteuerung des Einlaßventils der aktivierte Radbremse kann der Bremsdruckaufbau in derselben definiert beeinflußt werden.

Der Druckabbau in einer zuvor aktivierte Radbremse kann entsprechend über deren Auslaßventil gesteuert werden, wobei im Falle eines Druckabbaus in einer Radbremse das deren Bremskreis zugeordnete Umschaltventil und das Zufluß-Steuerventil wieder in deren Grundstellungen 0 zurückgeschaltet werden. Die aus der Radbremse abgelassene Bremsflüssigkeit kann entweder über deren geöffnetes Auslaßventil, die Rücklaufleitung und die Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreis zum Hauptzylinder 18 und durch diesen "hindurch" zum Vorratsbehälter 68 der Bremsanlage zurückgefördert werden oder über das in seine Grundstellung 0 — seine Offenstellung — zurückgeschaltete Einlaßventil "direkt" zum Hauptzylinder 18 hin abgelassen werden.

Auf analoge Weise ist auch die Funktion einer Antriebs-Schlupf-Regelung darstellbar, bei der die Radbremsen 13 und 14 der angetriebenen Fahrzeugräder einzeln oder gemeinsam aktivierbar sein müssen.

Eine zur Steuerung der erläuterten Funktionen geeignete elektronische Steuereinheit 67 ist dem mit der Technik der Bremsdruck- und Bremsschlupf-Regelungen vertrauten Fachmann bei Kenntnis ihres Zweckes ohne weiteres möglich, so daß durch die Beschreibung der verschiedenen Funktionen auch deren elektronisch-schaltungstechnische Realisierung als hinreichend erläutert angesehen wird.

## Patentansprüche

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen, zu deren Bremsdruck-Versorgung ein mittels eines Bremspedals über einen Bremskraftverstärker betätigbar Hauptzylinder mit den Bremskreisen einzeln zugeordneten Druckausgängen vorgesehen ist, mit einem an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem, das den Bremskreisen einzeln zugeordnete, auf hohe Ausgangsdrücke ausgelegte Rückförderpumpen sowie den Radbremsen einzeln zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaß-Ventile als Bremsdruck-Regelventil umfaßt,

desweiteren mit einer Einrichtung zur selbsttätigen Auslösung und Steuerung einer automatischen Vollbremsung, die ausgelöst wird, wenn die Geschwindigkeit  $\varphi$ , mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\varphi_S$  überschreitet, wobei im Falle einer solchen automatischen Vollbremsung die Druckversorgung der Radbremsen überwiegend aus einer elektrisch ansteuerbaren Bremsdruckquelle erfolgt, und mit einer elektronischen Steuereinheit, die nach Maßgabe von Ausgangssignalen einer Sensoranordnung, die die Information über mindestens die Geschwindigkeit beinhaltet, mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, die für die Auslösung der automatischen Vollbremsung und deren Steuerung sowie die für einen Antiblockierregelungsbetrieb der Bremsanlage erforderlichen Ansteuersignale für die Rückförderpumpen und die Bremsdruck-Regelventile erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden der Bremskreise (I und II) ein elektrisch ansteuerbares Umschaltventil (71 und 74) vorgesehen ist, das aus einer dem Zielbremsbetrieb zugeordneten, die Hauptbremsleitung (41 bzw. 42) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) mit dem diesem zugeordneten Druckausgang (19 bzw. 21) des Hauptzylinders (18) der Bremsanlage (10) verbindenden Grundstellung (0) in eine diesen Druckausgang (19 bzw. 21) gegen die jeweilige Hauptbremsleitung (41 bzw. 42) absperrende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, sowie ein elektrisch ansteuerbares Zufluß-Steuerventil (76 und 77), das aus einer dem Zielbremsbetrieb der Bremsanlage (10) zugeordneten, den jeweiligen Druckausgang (19 bzw. 21) des Hauptzylinders (18) gegen den (Niederdruck-) Eingang der Rückförderpumpe (33 bzw. 34) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) absperrenden Grundstellung (0) in eine diesen mit dem zugeordneten Druckausgang (19 bzw. 21) des Hauptzylinders (18) verbindende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, wobei die elektronische Steuereinheit (67) aus einer Verarbeitung der Sensor-Ausgangssignale, welche die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals beinhaltet sowie von Sensor-Ausgangssignalen, welche die Information über das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beinhaltet, die für einen selbsttätigen Betrieb der Bremsanlage (10) auf hohem Bremsdruckniveau erforderlichen Signale für die Ansteuerung der Umschaltventile (71 und 74), der Zufluß-Steuerventile (76 und 77) der Rückförderpumpen (33 und 34) sowie der Bremsdruck-Regelventile (23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32) des Antiblockiersystems (22) erzeugt.

2. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor, durch dessen Ausgangssignal der Fahrerwunsch nach Fortsetzung und Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung erfassbar ist, ein elektromechanischer oder elektronischer Drucksensor (82) vorgesehen ist, der ein elektrisches Ausgangssignal erzeugt, das bei einer Betätigung der Bremsanlage (10) ein Maß für den am Primär-Druckausgang (19) des Hauptzylinders (18) bereitgestellten Ausgangsdruck ( $p_{VA}$ ) ist.

3. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor, durch dessen Ausgangssignal der Fahrerwunsch nach Fortsetzung und Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung erfassbar ist, ein

Kraftsensor vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal ein Maß für die – elastische – Deformation ist, die bei einer Betätigung des Bremspedals (16) an diesem oder an einem anderen Kraftübertragungselement (86, 87, 89) auftritt, über das die Betätigungs-kraft auf die am Hauptzylinder (18) angreifende Druckstange (84) des Bremskraftverstärkers (17) übertragen wird.

4. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremskraftverstärker (17) mit einem weggesteuerten Schaltelement (91) versehen ist, das die Betätigungsbewegungen eines mit dem Bremspedal (16) bewegungsgekoppelten Verstärkerelements (87) mit ausführt, das seinerseits in Angriffserichtung der Pedal-Betätigungs-kraft über ein nachgiebiges Reaktionselement (89) an einem Kraftübertragungs-glied, z. B. die Druckstange (84) des Bremskraftverstärkers, über das die vom Bremskraftverstärker (17) entfaltete – verstärkte – Betätigungs-kraft auf den Hauptzylinder (18) übertragen wird, abgestützt ist, dadurch mit der Pedalbetätigungs-kraft variie-rende Änderungen seiner Position relativ zu dem Kraftübertragungselement (84) erfährt und ein die Beendigung einer automatischen Bremsung auslö-sendes oder deren Einsätzen verhinderndes Signal abgibt, wenn bei einer Bremsung ein Schwellen-wert der Auslenkung relativ zu dem Kraftübertra-gungselement unterschritten oder nicht erreicht wird.

5. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die den Bremskreisen (I und II) der Bremsanlage (10) einzeln zugeordneten Rückförderpumpen (33 und 34) des Antiblockiersystems (22) als selbst-saugende Pumpen ausgebildet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



